Lane Medical Library

1894

ÜBER HEILUNG DER PSEUDARTHROSEN UND KNOCHENDEFEKTE DURCH KNOCHENIMPLANTATION.

INAUGURAL-DISSERTATION

ZUR

ERLANGUNG DER DOKTORWÜRDE IN DER MEDICIN UND CHIRURGIE,

WELCHE MIT

GENEHMIGUNG DER HOHEN MEDICINISCHEN FAKULTÄT

DER

VEREINIGTEN FRIEDRICHS-UNIVERSITÄT HALLE-WITTENBERG

ZUGLEICH MIT DEN THESEN

AM DONNERSTAG, 11. JANUAR 1894, MITTAGS 12 UHR

ÖFFENTLICH VERTEIDIGEN WIRD

OTTO SCHRÖCK

APPROB. ARZT AUS EISLEBEN.

REFERENT: HERR PROF. DR. **VON BRAMANN.**

OPPONENTEN:

HERR DR. MED. **GEORG MÜLLER.**

HERR CAND. MED. **PAUL VON GUSNAR.**

HALLE A/S.

DRUCK VON ERNST SCHNEIDER IN EISLEBEN.

1894.

Imprimatur:

Prof. Dr. von Bramann

h. t. Decanus.

Seinen teuren Eltern

in Liebe und Dankbarkeit

gewidmet

vom

Verfasser.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA40153703_0203

Die Behandlung der Pseudarthrosen durch Knochenimplantation resp. Transplantation ist eine Errungenschaft der letzten beiden Jahrzehnte. Trotzdem schon lange vorher der Versuch gemacht war, Knochendefekte des Schädels durch Transplantation mit frischem Knochen, oder Reimplantation des vorher resecirten Stückes zu decken, und trotzdem der günstige Effekt, der in der übergrossen Mehrzahl der Fälle erreicht war, dazu aufforderte, dies Verfahren auch bei der Pseudarthrose in Anwendung zu bringen, stammt doch der erste Bericht über Knochentransplantation zur Heilung von Pseudarthrosen beim Menschen erst aus dem Jahre 1874, wo Nussbaum in 2 Fällen eine vollständige Consolidation und normale Funktion der vorher pseudarthrotischen Glieder erzielte.

So sehr diese glücklichen Operationen zur Nachahmung anregen mussten, so sind doch bis heute in verhältnismässig nur wenigen Fällen Knochenimplantationen versucht worden. Zum Teil erklärt sich das daraus, dass noch ein anderes, wohlerprobtes Verfahren, die Resektion, zu Gebote stand, zum Teil, weil die entsprechenden Versuche an Tieren oft wenig ermutigende Ergebnisse aufzuweisen hatten.

Die Einführung der Resektion war auch in der That ein bedeutender Fortschritt allen früheren Methoden gegenüber, und es schien, als ob damit die höchsten Ziele der Pseudarthrosenoperation überhaupt erreicht wären.

Ein Ueberblick über die grosse Anzahl der üblichen Verfahren lässt uns dies erklärlich erscheinen.

Dass die blutigen Operationen, die heute als radikale Therapie fast allein in Betracht kommen, früher ängstlich gemieden wurden, darf uns in Anbetracht der schweren Wundkrankheiten, die jedem blutigen Eingriff vor Listers Zeiten drohten, nicht Wunder nehmen. Die unblutigen waren daher die

ersten Methoden, die angewandt wurden und geeigneten Orts auch heute noch angewandt werden. Die hauptsächlichste Aufmerksamkeit hat sich jederzeit auf die lokale Behandlung gerichtet, hin und wieder wurde jedoch auch eine allgemeine, innere versucht. So sollten z. B. Kalkpräparate und Phosphorgaben eine erhöhte Ablagerung von Knochensubstanz hervorrufen; einen beachtenswerten Erfolg hat aber keins von allen derartigen Mitteln zu verzeichnen.

Das älteste Verfahren, eine Consolidation zweier Knochenfragmente herbeizuführen, war die Ruhigstellung des Gliedes, ein Verfahren, welches auch heute noch bei jeder zu befürchtenden oder beginnenden Pseudarthrosenbildung in Anwendung kommt, um die etwa verzögerte Kallusbildung nicht durch unzeitige Bewegung zu stören, oder schon gebildete zarte Knochenbrücken, an denen die Apposition weiterschreitet, zu zerbrechen. Der Contakt der beiden Fragmente wurde durch zweckentsprechende Lagerung oder durch Druck pelottenartiger Instrumente herbeizuführen gesucht. In vielen Fällen genügte diese Art Therapie vollkommen, in andern wiederum trat, trotz Ruhe und genügender Adaption keine feste Vereinigung ein, ein Misserfolg, den man oft mit Recht der mangelhaften Knochenregeneration schuld gab. Deswegen suchte man durch örtliche Applikation von Vesikantien und manchmal recht indifferenten Einreibungen in der Tiefe eine erhöhte Regeneration anzufachen; besonders stand und steht noch heute vielerorts Jod in dem Rufe, einen derartigen Reiz zu bewirken.

Aber das Erfinden neuer Methoden beweist, wie wenig man sich auf die alten verlassen konnte. Von Dumreicher wurde das Constriktionsverfahren erfunden, welches durch Umschnüren oberhalb und unterhalb eine Stauungshyperämie an der betreffenden Stelle und damit bessere Bedingungen für die Neubildung von Knochengewebe herstellen sollte. Mit mehrfachen Modifikationen, von denen die einfache Umschnürung (nach Helferich) mittels Gummischlauch oberhalb der Verletzung am bequemsten und bewährtesten ist, hat man dies Verfahren bis heute angewandt und oft mit gutem Erfolg, allerdings nur bei verzögerter, nicht bei ganz fehlender Kallusbildung. Ein Nutzen für die Heilung wirklicher Pseudarthrosen lässt sich also auch davon nicht erwarten.

Bessere Erfolge sind dagegen sowohl bei drohender, als auch perfekter Pseudarthrose durch die Exasperation der Fragmente gegen einander erzielt, ein Verfahren, was schon dem Celsus bekannt war. Durch fortgesetzte Bewegungen und Reibungen wird eine erhebliche Reizung hervorgerufen, die sich durch Schmerz und Schwellung kund giebt und ein Wiedererwachen der Regenerationskraft herbeiführen soll. Man sucht dies einesteils durch tägliche ausgiebige passive Bewegung und Friktion der Fragmente zu erreichen, andernteils durch das sogenannte „Heilgehen“ oder „Festgehen“, indem man den Patienten in fixirenden Apparaten, z. B. Gypsverbänden oder umgeschnürten künstlichen Gliedern, selbst Bewegungen ausführen lässt. Die letztere Methode, die sich natürlich besonders für die unteren Extremitäten benutzen lässt, hat selbst in ganz veralteten und sogar bei solchen Fällen noch zum Ziele geführt, in denen eingreifende Operationen im Stiche gelassen hatten.

In den folgenden Methoden suchte man Ort und Stelle selbst auf, wo die Regeneration ausblieb und bemühte sich, die Reizung direkt auf sie einwirken zu lassen.

Man injicirte teils durch noch bestehende Fisteln, die nach dem Sitze des Leidens hinführten, teils durch Kanülen, besonders mittels Pravazscher Spritze, eine Reihe von Flüssigkeiten, von denen man sich eine intensive Reizwirkung und Regenerationsanfachung versprach. Cuprum sulf. Jodtinktur, Karbolsäure, Milchsäure, Höllensteinlösung und Alkohol wurden probirt, ohne dass damit nennenswerte Erfolge erzielt wurden. Denselben Zweck der direkten Reizung verfolgte die Akupunktur nach Bruns, die jedoch nur bei oberflächlich liegenden Knochen anwendbar ist. Dabei wurde eine Anzahl vergoldeter Stahlnägel durch die Haut mitten in die Zwischensubstanz getrieben, wo sie so lange liegen blieben, bis eine Wirkung zu bemerken war. Die Endheilung erfolgte dann in einem fixirenden Verbande.

Hierher gehören auch die Elektropunktur, wobei der konstante Strom mittels einer oder zweier eingestossener Nadeln durch die Pseudarthrose geleitet wurde, und die Ignipunktur, wobei direkt durch die Haut hindurch bis an den Knochen kauterisirt wird. Ihre Erfolge sind im Vergleich zur Umständlichkeit des Verfahrens gering.

Eben so wenig Nutzen stiftete die subkutane Perforation

der Bruchenden mittels Bohrers, welche eine Zeit lang in Amerika in hohem Ansehen stand, und noch weniger die subkutane Skarifikation des Zwischengewebes mittels Tenotom oder Meissel mit oder ohne Ablösung des Periostes.

Ganz verlassen und mit Recht von der modernen Asepsis perhorrescirt ist die früher dominirende Behandlung durch das Haarseil, welches zwischen beiden Fragmenten durchgezogen wurde und dort bis zur reichlichee Eiterung liegen blieb; denn der Infektion wird dadurch gradezu Thür und Thor geöffnet.

Eine grössere Bedeutung kommt erst wieder der Dieffenbachschen Methode zu, d. h. der Einkeilung von Elfenbeinstiften in die Bruchenden, um dadurch eine Ostitis und Knochenneubildung hervorzurufen, wie sie bei analogen Tierexperimenten beobachtet war. Das Verfahren erfuhr vielfache Nachahmung und mannigfache Modifikationen, die sowohl das zur Einkeilung verwandte Material betrafen, als auch die Zeit, wie lange die Stifte liegen bleiben sollten, und schliesslich die Art, wie man die beiden Fragmente einander näherte.

Man suchte die Elfenbeinstifte durch aseptische Knochensplitter, vernickelte, verzinnte oder versilberte Metallnägel, durch Doppelnägel oder Knochenschrauben zu ersetzen und bemühte sich, beide Fragmente zugleich aneinander zu nageln, was immerhin sehr schwierig, bei grosser Dislokation unmöglich war. Die Benutzung der Elfenbeinstifte führte zu dem wichtigen Ergebnisse, dass der Fremdkörper einerseits störungslos einheilen, andererseits durch Resorption und Granulation vollständig ersetzt werden konnte, ein Vorgang, der bis zur neuesten Zeit die Beobachter beschäftigt und mannigfache Deutungen veranlasst hat. Das modificirte Dieffenbachsche Verfahren, die Fragmente durch Stifte zu fixiren, wird auch heute noch vielfach benutzt, da sich bei der Resektion noch oft Gelegenheit dazu bietet.

Die Methode, welche in den letzten Decennien die dominirende geworden ist, ist die Resektion. Sie ist zwar nicht erst ein Produkt der neueren Zeit, denn White hatte sie schon 1760 ausgeführt, ihre allgemeine Anwendung datirt aber erst seit der Einführung der Asepsis. Was derselben die allgemeine Anerkennung und Verwendung von Seiten der Chirurgen verschaffte, war nicht sowohl ein grösserer Heilerfolg — denn die Resektion bringt nach der Statistik von Bruns auch nur 56 %

Consolidation —, sondern das Princip, das Operationsfeld dem Blick selbst zu öffnen. Dadurch wurde endlich dem Bestreben der Chirurgie, sich stets durch den richtigen Einblick zu orientiren und so selten wie möglich im Dunkeln zu operiren, Rechnung getragen. Nun erst wurden manche Komplikationen, wie z. B. Interposition von Muskeln, Sehnen oder Nerven, klar erkannt und deren Beseitigung ermöglicht.

Die Anfrischung der Bruchenden geschieht nun auf verschiedene Weise. Manchmal genügt eine quere oder schräge Anfrischung, manchmal ist eine keilförmige oder treppenförmige notwendig. Die Fixirung geschieht in den meisten Fällen ausser durch einen Kontentiv-Verband direkt am Knochen, und zwar wird neben der Nagelung durch Elfenbeinstifte sehr oft die Knochennaht durch Silberdraht ausgeführt. In manchen Fällen wurden Elfenbeinstifte in die Markhöhle beider Knochen, also parallel zur Axe eingelegt und Festigung und auch Einheilung erzielt, oder man stiess das spitzere, eventuell künstlich zugespitzte eine Fragment in die Markhöhle des andern, allerdings mit weniger gutem Erfolg.

Ein bedeutender Fortschritt in der Behandlungsweise war es, dass man nach Jordans Rat das Periost möglichst schonte und zum Zweck vermehrter Knochenproduktion Periostbrücken von einem zum andern Knochenende herstellte.

Mit derartigen Abänderungen wurde die Resektion bald die souveräne Methode der Pseudarthrosenoperation und galt auch lange als das beste und unübertreffliche Verfahren.

Das Streben nach Verbesserungen war aber auch damit noch nicht abgeschlossen, boten doch auch verschiedene Mängel des Verfahrens oft genug Anlass, endlich eins zu suchen, das keinerlei Nachteile besitzt.

Die Resektion ist und bleibt immer eine verstümmelnde Operation, denn sie bedingt den Fortfall eines wertvollen Teiles von Organen, ohne ihn zu ersetzen. Und gerade die neuere Chirurgie wird von dem Bestreben beherrscht, alle Verstümmelungen zu vermeiden oder wenigstens auf den geringsten Grad zu beschränken, ein Bestreben, das durch Langenbecks Worte am treffendsten charakterisirt wird, dass „jede verstümmelnde Operation ein Testimonium paupertatis für den Chirurgen ist“. Die Bemühungen der konservativen Chirurgie gehen jetzt im

Gegenteil darauf aus, Verstümmelungen nicht nur nicht zu setzen, sondern schon bestehende zu beseitigen und zerstörte Teile des Körpers wieder herzustellen, „das höchste Ziel, das sich die Chirurgie vorsetzen konnte", wie schon Wolff rühmt.

Die Pseudarthrosenbehandlung bot nun grade ein geeignetes Feld zur Bethätigung dieser Anschauungen.

Die Nachteile der Resektion lagen auf der Hand. Zunächst ist dieselbe nur bei Defekten von kleiner Distance verwendbar. Wird der Zwischenraum nur einigermassen erheblich, wie es z. B. häufig nach umfangreichen oder gar totalen Nekrosen der Fall ist, dann wird es ganz unmöglich, eine ungezwungene Annäherung der weit abstehenden Fragmente, geschweige denn eine sofortige genügende Fixation zu bewerkstelligen. Die grossen Weichteilmassen, die man dabei gewissermassen ausschalten müsste, geben zu grosse Hindernisse ab. Ferner würde eine so kolossal verkürzte Extremität als ein funktionsloses Appendix mehr stören als nützen. Der Nachteil grosser Verkürzungen, die jede Resektion mit sich bringt, wird zu sehr unterschätzt. Jede Verkürzung eines Gliedes bedingt einen Minderwert in seinen Leistungen und darum eine Beschwerlichkeit für den Patienten, sodass er für eine grössere Festigkeit, die er durch die Kunsthülfe dafür vielleicht eingetauscht hat, nicht sehr dankbar sein wird. Besonders unangenehm wird nun die Ausschaltung eines resecirten Stückes an Gliedern mit Parallelknochen; man ist hier gezwungen, einen Teil des Nachbarknochens wegzunehmen, um eine Adaption zu ermöglichen, man verstümmelt also ein Organ, das ganz gesund ist und keiner Miterkrankung oder Gefährdung ausgesetzt war.

Eine ideale Pseudarthrosenoperation verlangt dagegen: Volle Consolidation, volle Funktion und keinerlei arteficielle Verkürzung.

Die Methoden, mit denen man dies zu erreichen suchte, haben alle das Gemeinsame der Implantation, d. h. der Einpflanzung eines Zwischenstücks von ausreichender Länge zwischen die resecirten Fragmentenden. Sie unterscheiden sich aber wesentlich in der Art des Materials, welches dazu verwandt wird.

Versuche mit Implantationen zur Heilung von Pseudarthrosen sind zuerst von Wolff, und zwar bereits 1864 an Tieren angestellt worden. Trotz seiner negativen Resultate, die aber

nicht auf Fehlern der Methode beruhten, konnte er das Verfahren auch zur Nachahmung am Menschen empfehlen.

Tierexperimente sind nach ihm häufiger gemacht worden, wirkliche Implantationen am Menschen geschahen aber erst 1874 durch Nussbaum.

Es war natürlich, dass anfangs ein Material dazu benutzt wurde, dessen Verwendung am nächsten lag, der lebende, von ebendemselben Menschen, oder von einem andern entnommene Knochen. So gut nun auch die Erfolge damit ausfielen, blieb man doch nicht dabei stehen, hauptsächlich wohl, weil man in Verlegenheit war, woher man den Knochen nehmen sollte. Und so ist denn in der Folge kein Material, was nur irgendwie verwendbar schien, unversucht geblieben. Zunächst griff man zu den aus dem Dieffenbachschen Verfahren her schon erprobten Elfenbeinstiften. Dieselben wurden teils in die Knochensubstanz, teils in die Markhöhle eingerammt, und zwar geschah dies nicht nur mit kleinen, sondern auch beträchtlich grossen Stücken, ja von Gluck wurden sehr voluminöse Apparate, die sogar Gelenke nachbilden und ersetzen sollten, eingepflanzt. Von dem Hauptvertreter dieser Methode, Bircher, wurde aber selbst zugegeben, dass nicht alle Fälle für solche Behandlung indolent genug sind, und dass eine gewisse Disposition vorhanden sein muss, die das ungestörte Liegen, die Einkapselung, wie er es nennt, ermöglicht. Auch Gluck, der dies Verfahren sehr kultivirte und bis in seine Extreme ausprobirt hat, musste schliesslich eingestehen, dass die Hoffnungen, die er auf diese Operationen gesetzt hatte, sich bislang noch nicht bewährt haben.

In einzelnen Fällen ist das heterogenste Material verwendet worden, sogar Holz und Eisenstäbe, und es ist Einheilung erfolgt, ein Beweis, wie wenig manchmal der Körper gegen solche Eindringlinge reagirt. Nachahmungen haben solche Experimente nicht gefunden.

Die Methode von Senn, welcher dekalcinirte Knochenstücke in Knochenhöhlen implantirte und damit Verschluss erzielte, ist auch in neuerer Zeit zur Heilung der Pseudarthrose angewandt; ein grosser Erfolg ist allerdings nicht zu verzeichnen.

Bisher haben nur diejenigen Methoden befriedigende Erfolge gehabt und Nachahmung zu beanspruchen, welche zur Implantation wirklich lebendes Knochenmaterial benutzen.

Auch diese sind in mannigfacher Weise variirt worden, und es ist bald Knochen eingepflanzt, der zwar aus der Continuität gelöst war, aber noch mit einer Periost- oder Periost-Hautbrücke an den Weichteilen festhing, bald solcher, der von entfernten Stellen entnommen, also vollkommen isolirt war.

Den Erfolgen nach, den diese Varianten erzielt haben, stehen sie sich ungefähr alle gleich, und wenn man einer den Vorzug vor den andern geben muss, so ist als Massstab die leichte Verwendbarkeit für alle Fälle anzulegen. In der That hat diesen Vorzug nur eine Methode, die Transplantation eines vollkommen aus der Continuität gelösten, periostbedeckten Knochenstücks. In wiefern dies begründet ist, werden wir bei der später folgenden Besprechung der einzelnen Operationen sehen.

Bevor wir aber zu derselben übergehen, möchte ich den einschlägigen Fall, der die Veranlassung zu der vorliegenden Abhandlung gegeben hat, hier folgen lassen, zumal er gewissermassen als Typus und Beispiel einer Pseudarthrosenheilung durch Implantation eines vollkommen gelösten Knochenstückes gelten darf.

Carl Filz, 23 Jahre alt, Wagenschieber aus Köthen, wurde am 18. VII. 91 wegen einer Fraktur des linken Oberarms, die er durch das Anprallen eines starken Holzes gegen den Arm erlitten hatte, in die chirurgische Klinik zu Halle eingeliefert. An der Aussenseite des Oberarmes befand sich eine 2 Finger breit unterhalb des Olekranon beginnende circa 20 cm lange Quetschwunde, in der der Musc. deltoideus zerrissen lag. Der Knochen war stark zertrümmert und in viele kleine aus allem Zusammenhang gelöste Stücke zerschlagen, sodass nach ihrer Entfernung ein etwa 7 cm langer Knochendefekt auf der Grenze des oberen und mittleren Drittels des Oberarmes übrig blieb. Ausserdem fand sich im oberen Ende des Humerus noch eine Längsfraktur, welche sich bis in das Gelenk hinein fortsetzte und in etwas schräger Richtung von oben aussen nach unten innen verlief. Da das nach aussen gelegene Knochenstück ebenfalls aus allem Zusammenhange gelöst war, so wurde auch dieses entfernt und damit zugleich ein kleines Segment des Oberarmkopfes. Es blieb also nur nahezu die Hälfte des oberen Endes des Humerus übrig. Bei näherer Untersuchung fand sich auch der Biceps und Triceps fast vollkommen zerrissen, die Gefässe und Nerven dagegen waren intakt.

Die Wunde wurde gereinigt, drainirt und aseptisch verbunden; der Arm in entsprechender Haltung an den Thorax fixirt. Es folgte reaktionslose Heilung der Weichteilverletzung, aber es blieb eine Pseudarthrose, die trotz Immobilisirung und späterer Friktionsbehandlung keine Tendenz zur Consolidirung zeigte.

Am 26. X. 91, also über 3 Monat später, wurde zur Operation geschritten. Unter Chloroformnarkose wird die alte Wunde in ihrer ganzen Länge gespalten. Entfernung der Narbenteile. Die Fragmente sind zugespitzt und durch eine 1 cm dicke und 5 cm lange straffe Bindegewebsbrücke vereinigt. Das Periost verliert sich an der Zuspitzung. Die beiden Fragmentenden werden nun nach Excidirung des Zwischengewebes einander genähert, und das obere spitzere, welches von Bleistiftdicke war, etwa $^1/_2$ cm tief in die Markhöhle des unteren hineingeschoben und mittels Silberdraht fixirt.

Osteoplastik: An der vorderen Fläche der Tibia-Diaphyse wird mit einem bogenförmigen Schnitt ein Hautlappen abpräparirt, der Knochen freigelegt und eine Spange in der Länge von 8 cm, der Breite von circa 2 cm und der Dicke von circa 3—4 mm incl. Periost ausgemeisselt. Dieselbe wird an der Innenseite etwas ausgehöhlt, sodass sie auf die angefrischten Armfragmente genau passt, und dort durch Seidenschlingfäden exakt befestigt.

Beide Wunden, die am Arm und die am Bein, werden durch Nähte geschlossen und antiseptisch verbunden. Der Unterarm wird durch eine Pappschiene in einen rechten Winkel gegen den Oberarm gestellt, und beide so mittels Stärkebinden an den Thorax fixirt. Nach 3 Wochen geschieht der erste Verbandwechsel.

Die Wunde am Unterschenkel ist per primam geheilt; die am Oberarm ist ebenfalls geschlossen bis auf eine kleine Stelle, die ein wenig secernirt. Bei passiver Bewegung fühlt man ein Federn der Fragmente, doch ist schon merkliche Consolidation eingetreten. Um eine etwaige Entfernung der Fragmente von einander zu verhüten, werden dieselben durch einen Schmetterlingsverband (d. h. je an einer Seite durch einen Heftpflasterstreifen, der in der Mitte durch einen elastischen Gummistreifen unterbrochen ist) gegen einander gedrängt. Später wird ein Desault angelegt, und schliesslich genügt eine Mitella.

Drei Monate nach der Operation besteht noch eine kleine

Fistel, aus der einige nicht eingeheilte Catgut-Fäden entfernt werden. Das Allgemeinbefinden ist währenddem stets gut gewesen, niemals hat Fieber bestanden. 12. III. 92. Die Festigkeit ist so gross, dass der Arm aktiv seitlich etwas gehoben werden kann. Massage und Bewegungen. 1. IV. 92. Pat. kann den Arm aktiv seitlich erheben, Schulter- und Ellenbogengelenk sind frei beweglich, die rohe Kraft gegen früher erheblich verstärkt. Noch geringes Federn. Da der unterhalb der Bruchstelle gelegene Teil des Armes Neigung zur Dislokation nach aussen zeigt, wird der Arm wieder an den Thorax anbandagirt. 5. V. 92. Gypsverband.

Die fortschreitende Heilung und fernere Behandlung wird leider durch eine interkurrente Influenza des Patienten verzögert. 21. V. 92. Die Fragmente federn noch ein wenig. Die Fistel ist noch offen. Da ein Sequester fühlbar ist, wird eine Incision gemacht und der Sequester entfernt. Derselbe rührt vom Meisseln her, nicht von der Implantation. Die Incision führt über die obere Grenze des implantirten Stückes. Dasselbe wird zur Kontrolle freigelegt, und es lässt sich Folgendes konstatiren: „An der Stelle, wo das obere Ende des implantirten Knochen an den Humerus stösst, ist eine feste, knöcherne Vereinigung vorhanden, sodass die Grenzen nicht mehr ganz deutlich sind. Das Periost ist allseitig verwachsen. Ein Niveau-Unterschied ist noch vorhanden. Der implantirte Knochen hat eine etwas rötere Färbung als die Umgebung, er ist blutreicher. Auf ihm ist bereits stellenweis neuer Knochen apponirt. Die Verbindung beider Fragmente ist eine ziemlich ausgedehnte.“ Es wird nun nach Entfernung des Periostes ein Hautlappen gebildet mit der Basis nach oben, über die entblösste Stelle des Knochens geschlagen und durch Nähte fixirt. Der Arm wird an den Thorax bandagirt, wobei wegen der Neigung der Fragmente, in eine Dislokation ad axin zu treten, die Achselhöhle stark gepolstert und auf die Aussenseite eine Pappschiene gelegt wird. Nach 10 Tagen prima intentio. Pat. wird ambulant behandelt. Am 24.VII. 92. Die Operationswunde ist vollständig vernarbt. An der Stelle der Fraktur besteht vollkommen feste Vereinigung. Der Arm befindet sich in normaler Stellung. Pat. kann ihn frei in jeder Richtung erheben und bewegen. Die rohe Kraft ist erheblich gewachsen. Die Beweglichkeit des Ellenbogengelenks ist nur bis 170 ° möglich.

Soweit die Krankengeschichte. Dass die Heilung von Dauer war, konnte später noch konstatirt werden. Der Patient wurde von Herrn Prof. v. Bramann anfangs November 1893 zur Kontrolle bestellt. Verfasser konnte folgenden Status aufnehmen: Gut genährter Mann von starkem Knochenbau und ausserordentlich starker Muskulatur. Die ganze linke Thorax-Seite ist etwas schwächer entwickelt, die linke Schulter etwas spitzer, als die rechte. Der ganze linke Arm erscheint etwa handbreit verkürzt. Auf der Grenze des oberen und mittleren Drittels zeigt der Oberarm eine starke cirkuläre Einschnürung; er besteht dort nur aus Knochen und Haut, die teilweis am Knochen adhärent ist. An Stelle der äussern Biceps-Furche zieht in der Richtung der Längsachse eine tief eingezogene 4 cm lange Narbe über die Einschnürung hinweg. Weiter nach hinten und aussen davon befindet sich eine zweite parallele Narbe 21 cm lang und dicht unterm Akromium beginnend, die dem Knochen fest anhaftet. Beide werden durch zwei quer verlaufende verbunden. Im Bereich der Einschnürung ist die Knochenoberfläche bequem abzutasten. Man findet dort hinten und medial an ihm einen spitzen nach oben gerichteten Vorsprung, das Ende des ehemaligen untern Fragments, vorn und lateral einen etwas breiteren Vorsprung, das untere Ende des implantirten Knochenstückes. An der Stelle der Implantation findet man eine 4 cm breite feste Knochenmasse von glatter Oberfläche, die sich etwas über das Niveau des übrigen Knochens erhebt. Irgend welche Beweglichkeit, irgend ein Federn ist nicht vorhanden. Der Humerus erscheint vollkommen konsolidirt. Oberhalb und unterhalb der Einschnürung treten sehr starke Muskelbäuche hervor. Der Deltoideus ist sehr verkürzt, aber sehr dick; er inserirt nur an der Vorderseite dicht unterhalb des Caput Humeri in der Narbe. Der Biceps (caput longum) ist vollständig in 2 Teile geteilt; der obere Abschnitt inserirt am Collum Humeri vorn, dicht oberhalb der Frakturstelle und tritt bei Kontraktionen scharf hervor; der untere Abschnitt entspringt auf der Vorderseite des Humerus dicht unterhalb der Einschnürung noch im Bereich der Narbe und inserirt normal am Unterarm. Er ist ausserordentlich stark entwickelt und tritt beim Gebrauch als ein mächtiger Muskelwulst hervor. Der Triceps zerfällt ebenfalls in 2 Teile, die sich oberhalb resp. unterhalb der Frakturstelle ansetzen. Die übrige

Muskulatur liegt an normaler Stelle und funktionirt normal. Patient kann mit dem Oberarm jede beliebige Bewegung ausführen. Die Kraft giebt der auf dem rechten Arm nicht allzusehr nach. Ellenbogengelenk normal beweglich; Unterarm normal. Patient hat sofort nach seiner Entlassung den Arm zu jeder Hantirung gebraucht und ist seit November 1892 vollständig arbeitsfähig gewesen. Er ist jetzt als Knecht beschäftigt und hat als solcher viel mit Auf- und Abladen zu thun, wobei der Arm an allen schweren Anstrengungen teilnimmt.

Betrachten wir noch einmal in Kürze die vorliegende Krankengeschichte, so entnehmen wir Folgendes: Pat. ist 23 Jahre alt und kräftig gebaut. Er hat eine bindegewebige Pseudarthrose des linken Oberarms im obern Drittel mit einer Distance von 5 cm und ausgiebiger Beweglichkeit. Es wird nun, um den Defekt zu beseitigen, ein 8 cm langes Stück Corticalis der Tibia incl. Periost implantirt und mit Seidenschlingen befestigt, die Wunde durch Nähte geschlossen. Beim ersten Verbandwechsel nach 3 Wochen fühlt man noch das Federn, es ist aber bereits eine merkliche Consolidation eingetreten. Der weitere gute Verlauf wird durch Entstehung einer Fistel aufgehalten. $4^1/_2$ Monate später sind jedoch schon aktive Bewegungen ausführbar, welche bald danach viel ausgiebiger werden. Eine interkurrente Erkrankung stört dann die fortschreitende Heilung, und schliesslich wird noch eine kleinere Operation nötig zur Entfernung eines Sequesters. Bei dieser Gelegenheit lässt sich die völlige knöcherne Einheilung der Implantation objektiv nachweisen. 10 Tage danach sind alle Wunden verheilt. Patient wird ambulant behandelt.

Zunächst ist hervorzuheben, dass eine sofortige vollkommene Einheilung des implantirten Stückes erzielt worden ist. Schon bei der nachträglichen Incision liess sich dies konstatiren. Es lagen keinerlei Anzeichen vorhandener oder beginnender Resorption vor, die Ränder der Spange waren nicht ausgenagt, wie man es an ausgestossenen Sequestern als charakteristisches Zeichen der Resorption stets beobachten kann, sie gingen im Gegenteil unmerklich in die Umgebung über. Der Knochen selbst hatte ein gesundes Aussehen und stand offenbar unter günstigen Ernährungsbedingungen. Das Periost überzog ihn kontinuirlich und hatte bereits an einzelnen Stellen neuen Knochen apponirt,

war also ganz funktionsfähig. Wenn also in einer Zeit von 7 Monaten eine feste Vereinigung bestehen geblieben ist, so ist ein Zweifel an der definitiven Einheilung wohl nicht mehr möglich, eine spätere Resorption erscheint ausgeschlossen.

Dass die Entstehung einer Fistel das Zeichen einer eitrigen Einschmelzung und Resorption gewesen wäre, ist durch objektiven Beweis bei der Besichtigung widerlegt. Der kleine Sequester war ein Meisselsequester und stammte nicht von der Spange.

Es könnte nun der Einwand erhoben werden, dass die Implantation überhaupt nicht die Bedeutung für die Consolidation gehabt habe, die wir ihr zuschreiben, da ausserdem noch Vereinigung der Fragmente durch Knochennaht stattgefunden hatte. Die Knochennaht hat hier aber sicher keine Heilung erzielt, weil einmal das obere Fragment sehr stark zugespitzt, etwa nur kleinfingerdick war, und sein Periost, wenn überhaupt vorhanden, derart verändert war, dass von ihm keine Knochenneubildung ausgehen konnte. Fand sich doch auch bei der Operation an dem untern Ende dieses spitzen Fragmentes nicht die Spur osteophytischer Knochenauflagerung vor. Die Knochennaht hat jedoch den Nutzen gehabt, dass durch sie die Fixation der Fragmente sicherer und eine Dislokation bis zum festen Einheilen des implantirten Stückes verhindert wurde. Die knöcherne Verwachsung und die folgende Kallusbildung kann also allein von der implantirten Spange ausgegangen sein.

Ein mikroskopisches Präparat zur Verfolgung der histologischen Vorgänge konnte nicht angefertigt werden. Es konnte daher auch nicht entschieden werden, ob das Stück lebensfähig geblieben war, oder ob es im Sinne Barths (confer.Schluss) allmählich, erst bindegewebig, dann durch neues Knochengewebe substituirt worden ist. Eine Resorption konnte jedenfalls ausgeschlossen werden.

Was nun die Dauer der Heilung anlangt, so scheint sie zwar etwas lang zu sein, aber sicherlich trägt die interkurrente Erkrankung zum grossen Teile an der Verzögerung Schuld, denn schon nach 3 Monaten post operationem war die Verwachsung schon ziemlich gesichert. Uebrigens, wenn man die sonstige Heildauer der Pseudarthrosen betrachtet, so finden sich nach der Statistik von Bruns die günstigen Fälle mit einer Dauer von 3 Monaten

und darunter nur in circa 55 % vertreten, eine Dauer von 4—6 Monaten brauchten weitere 33 %.

Eine Vergleichung mit der Resektion wird sehr zu Gunsten der Implantation ausfallen. Durch eine Resektion wäre der Abstand der Fragmente natürlich ganz erheblich vergrössert, und die Operation dadurch sicher nicht erleichtert worden. Die grosse Verkürzung selbst wäre für den Patienten ein empfindlicher Nachteil gewesen. So aber hat Patient ohne allzugrosse Verkürzung einen kräftigen Arm bekommen, ein Vorteil, den er sehr zu schätzen weiss.

Aus allem geht hervor, dass die Ergebnisse unserer Implantation sehr zufriedenstellend sind; man kann ohne Uebertreibung von einem idealen Erfolg reden.

Der oben beschriebene Fall verdient ausserdem ein hohes Interesse in so fern, als er der erste ist, bei dem die autoplastische Knochenimplantation eines vollkommen gelösten Stückes in jeder Beziehung gelungen ist.

Wir haben in dem eben besprochenen Falle nur eine Methode der Knochenimplantation kennen gelernt, in den folgenden Zeilen wollen wir alle diejenigen Implantationsversuche betrachten, die bislang am Menschen vorgenommen sind.

In die Reihe der Knochenimplantationen müssen wir auch die schon oben erwähnte Einpflanzung von dekalcinirtem Knochen rechnen, welche von dem Nachfolger ihres Erfinders Senn zu unserm Zwecke benutzt worden ist. Die Ausführung bestand nach Senn darin, dass passende grössere Tierknochen, die in der üblichen Weise entkalkt und nach beliebigem Verfahren aseptisch gemacht waren, in kleine Würfel geschnitten und dergestalt zur Ausfüllung von Knochenhöhlen benutzt wurden. Auf diese Weise wurde mehrmals rascher, knöcherner Verschluss erzielt. Später wurde der entkalkte Knochen nicht mehr zerkleinert, sondern mit dem Messer zu passenden Stücken, wie sie dem Defekt entsprachen, zurechtgeschnitten. Endlich wandte Kümmel, um eine bessere Fixation der implantirten Stücken zu erzielen, wie es ja grade bei der Pseudarthrose nötig ist, solchen Tierknochen an, welcher

in seinen Mantelschichten zwar dekalcinirt war, im Innern aber noch einen festen Kern besass. Zunächst sind derartige Implantationen an Tieren versucht worden. Schmitt hat in den Resektionsdefekt beim Hunde dekalcinirte Stücken implantirt; es erfolgte vollständige Resorption derselben und Bildung einer bindegewebigen Pseudarthrose. Das Periost war mit resecirt worden. Kümmel selbst hat das Verfahren beim Menschen zur Pseudarthrosenheilung benutzt. Einen Erfolg hat er jedoch nicht erzielt, trotz zweimaligen Einlegens eines Stückes. Es war dies ebenfalls ein Fall, wo eine Periostbrücke nicht erhalten war. Bei mehreren andern Operationen Kümmels hat der dekalcinirte Knochen allerdings einen Ersatz geleistet. So hat z. B. eine osteomyelitisch nekrotisirte Clavicula durch die Implantation ihre normale Form wieder bekommen und der Metacarpus des Daumens ist vollständig ersetzt worden. Man braucht aber diese Erfolge nicht der Implantation zuzuschieben, um so weniger, als man weiss, dass sich gerade die genannten Knochen schon spontan vom Periost her, besonders nach Osteomyelitis, vollständig und ohne jede Unterstützung regenerirt haben, und dass sogar ganze Femora spontan wiedergewachsen sind. Die Erfolge Kümmels beruhen daher wahrscheinlich auf der Thätigkeit des Periosts, nicht auf der Einheilung des dekalcinirten Knochens. Für die Pseudarthrosenbehandlung kann man sich von diesem Verfahren keine grossen Erfolge versprechen, denn gerade die Erhaltung des Periosts ist bei der Anfrischung der Fragmente meistens unausführbar. Besondere Vorteile wären der Methode, wenn sie sich vielleicht doch bewährte, auch nicht nachzurühmen, denn Schmitt hat in seinen Tierversuchen durch Kontrollexperimente nachgewiesen, dass die Dauer der Heilung keineswegs dadurch abgekürzt wird. Die Verhütung des Callus luxurians dadurch, dass das Knochenwachstum den vorgeschriebenen Bahnen des dekalcinirten Knochens entlang wüchse — ein Vorteil, den Kümmel für seine Methode in Anspruch nimmt, — ist zwar schätzenswert, aber nicht sicher zu erreichen, denn Schmitt hat ihn auch hierbei entstehen sehen.

In viel grösserer Anzahl sind die Versuche verzeichnet, lebenden, direkt entnommenen und nicht durch eingreifende Präparationen veränderten Knochen einzupflanzen. Es geschah dies auf zweierlei Wegen, auf dem der Heteroplasie und der Homo-

plasie, d. h. im ersten Falle wurde Knochen von Tieren auf Menschen, also Stücke einer differenten Art, eingepflanzt, im zweiten entweder Stücke von einem Menschen auf den anderen, oder von einer Stelle auf die andere desselben Individuums. Heteroplastische Implantationen sind zwar erst später als homoplastische in Aufnahme gekommen, erfreuten sich aber eine Zeit lang grossen Ansehens. Besonders aus England werden mehrere Fälle berichtet.

Der erste stammt von Percy. Derselbe transplantirte in 2 Fällen ein Stück Ochsenknochen incl. Periost auf den Menschen zur Heilung einer Fraktur. Innerhalb 14 resp. 20 Tagen wurden sie wieder entfernt. Den nächsten Fall berichtet Patterson aus dem Jahre 1874. Es handelte sich um eine Pseudarthrose des Radius. Der Humerus eines Hundes wurde eingesetzt. Naht und aseptischer Verband. Nach 6 Wochen ging der ganze Knochen durch eine Fistel ab, stark arrodirt. Mittels Apparat wurde noch leidliche Funktion des Armes erzielt.

Routier benutzte die Implantation bei einer Unterkieferpseudarthrose. Er excidirte die Bindegewebsbrücke und pflanzte ein Stück Tibia vom Lamm ein. Ohne grössere Störung verlief die Heilung innerhalb von 3 Monaten und endete mit voller Consolidation und Funktion.

Mac Gill implantirte einem 20jährigen Manne Kaninchenknochen in eine Radiuspseudarthrose. Die Operation geschah am 19. III. 89 und am 27. IV. 89 war die Consolidation vorhanden. Sherwood bekam eine bindegewebige Pseudarthrose beider Vorderarmknochen bei einem Mädchen von 27 Jahren in Behandlung. Am 19. II. 90 implantirte er Kaninchenknochen und zwar in neun einzelnen Stückchen. Vier Monate später wurden vier davon ausgestossen, beide Knochen waren jedoch consolidirt. Am 12. VIII. war volle Festigkeit vorhanden.

Routier implantirte bei einer doppelten Malleolenfraktur und Pseudarthrose der Fibula Lammknochen und erzielte nach 35 Tagen Heilung.

Marshall heilte eine Unterkieferpseudarthrose, indem er in dieselbe 12 Stücken Knochen incl. Periost vom Femur eines Kaninchen pflanzte.

Als Kuriosum muss hier die Operation von Phelps noch erwähnt werden. Derselbe implantirte in eine Tibia-Pseudar-

throse von 5 cm Distance einen Hundeknochen derart, dass er denselben teilweis adhärent liess und den Hund darum lebend durch einen Gipsverband an den Unterschenkel des Mannes fixirte. Die Operation misslang total.

Von den 9 angeführten Versuchen sind 4 total misslungen; in dem Falle von Sherwood ist die Consolidation wohl weniger dem Einheilen der Stückchen, als vielmehr der durch dieselben angeregten Periostitis zuzuschreiben. 4 Fälle sind jedoch als Erfolge anzusehen.

Diese Versuche haben eine gewisse Aehnlichkeit mit dem Einheilen grosser Fremdkörper, wie z. B. des oben erwähnten Eisen- und Glasstabes. Sie liefern den Beweis, dass bei strenger Asepsis und sorgfältiger Ruhigstellung sehr grosse Fremdkörper auch in Extremitätenknochen eingekapselt werden können. Am Schädel sind solche Einheilungen schon vielfach gelungen, man hat aber dort konstatiren können, dass nur eine straffe bindegewebige Verlötung eingetreten ist. An den Extremitäten werden wohl dieselben Vorgänge stattgefunden haben, und es ist unwahrscheinlich, dass das implantirte Stück ein integrirender Teil des Knochens geworden ist. Die vielfachen Tierexperimente bestätigen diese Ansicht. Zunächst spricht sich Ollier eben auf Grund seiner Tierversuche entschieden gegen die Möglichkeit des Einheilens heteroplastischer Stücke aus. Nach ihm haben nur Homoplastiken Aussicht auf Einwachsung.

Auch Schmitt kommt zu ähnlichen Schlüssen. Er resecirte ein 1 cm. langes Stück aus der Tibia eines Hundes mit Entfernung des Periostes und ersetzte es durch Kaninchenknochen. Nach 3 Wochen fand er: „Das eingepflanzte Stück ist an dem verdickten oberen Tibia-Ende unbeweglich fixirt, wie eingerammt und wie von einem Wall von den Wandungen des oberen Knochenendes umgeben. Unten ist keine Fixation vorhanden; der freie Rand des eingepflanzten Knochens und der Rand des unteren Tibia-Endes sind an genau korrespondirenden Stellen glatt abgeschliffen. Die Markhöhle der unteren Tibia ist knöchern verschlossen. Mikroskopisch findet sich — ein Befund, der mit unwesentlichen Aenderungen regelmässig wiederkehrt, — dass das Kaninchenfemur von der darum gewachsenen Tibia durch einen lockeren Bindegewebsring getrennt ist. Die Tibia selbst zeigt keine lamellöse Schichtung, sondern eine

gleichmässig poröse Knochenmasse, ähnlich neuen periostalen Auflagerungen. Das Kaninchen-Femur zeigt in den innern Partieen nach dem Markkanal zu normalen Knochen, in der äussern nach der Tibia zu „genau dieselbe Auflockerung, die Zerstörung des Gefüges, die Lückenbildung" wie die Corticalis des Hundes." Es lässt sich also aus diesem Präparate erkennen, dass keine Tendenz zur Verwachsung vorhanden ist, dass im Gegenteil Resorption stattgefunden hat. In anderen Fällen von heteroplastischer Implantation ergab sich ebenfalls konstant, dass keine knöcherne Einheilung, sondern Resorption stattgefunden hatte. Auch das Periost beteiligte sich, selbst wenn es gut erhalten war, nur wenig oder gar nicht an der Knochenneubildung.

Lebhafteres Interesse, als die vorgenannten, verdienen nun aber die Versuche der Homoplastik, also der Implantation von menschlichem Knochen. Je nachdem das Stück von einem andern Menschen, oder von demselben stammt, unterscheidet man eigentliche Homoplastik und Autoplastik.

Die meisten Operateure und Experimentatoren, die sich mit Plastiken überhaupt beschäftigt haben, sprechen diesen beiden Methoden eine viel grössere Verlässlichkeit, als allen andern zu. Ollier, Wolff und Schmitt kommen ebenfalls auf Grund ihrer Tierversuche zu dem Ergebnis, dass die Homoplastiken im weiteren Sinne die geeignetsten Formen der Knochenimplantationen bilden. In Homoplastiken besteht auch die grösste Anzahl der Versuche. Selbst die Schwierigkeiten der Erlangung des Materials, die oft dabei eintraten, wurden gern gegen die Erfolge mit in Kauf genommen. Eben diesen Schwierigkeiten, die man gern umgehen wollte, verdanken wir nun die verschiedenen Operationsarten, die dabei in Anwendung kommen. Anfangs fürchtete man, dass vollständig isolirte Knochenstücke nekrotisch werden und nicht an die neue Pflanzstelle anwachsen würden, darum scheute man sich zunächst, von entfernten Orten Material zu entnehmen und suchte es aus nächster Nachbarschaft zu gewinnen, indem man es zwar aus der Continuität losmeisselte, aber durch eine Periostbrücke mit dem übrigen Periost in Zusammenhang liess; an diesem beweglichen Stiel konnte man es in den Defekt hineinschlagen.

Den ersten Tierversuch nach dieser Methode hat Wolff 1864 gemacht. Er resecirte bei einer Taube und einem Kanin-

chen etwa 4‴ aus der Continuität des Radius resp. des Metatarsus und überbrückte diesen Defekt auf folgende Weise: Er sägte aus dem centralen Fragment eine dünne Knochenscheibe quer zur Achse so ab, dass sie nur an einem Teile der Peripherie mit dem Knochen mittels des Periostes im Zusammenhang blieb, und schlug dann diese Scheibe herunter nach dem peripheren Fragmente, wo sie fest fixirt wurde. Beide Tiere starben allerdings 4 resp. 5 Tage nach der Operation, sodass das Ergebnis nicht abgewartet werden konnte. Trotz des Fehlschlagens, das jedoch keinen principiellen Gründen zuzuschieben ist, steht Wolff nicht an, sein Verfahren für Operationen am Menschen zu empfehlen.

Nussbaum hat in der That auch vollen Erfolg damit erreicht. Er hat damit die erste plastische Pseudarthrosenoperation am Menschen, die überhaupt geschehen ist, mit glücklichem Ausgang ausgeführt. Der erste Fall betraf eine Pseudarthrose des Vorderarms. Einem sächsischen Lieutenant war 1870 durch einen Schuss die Ulna zerschmettert, und es bestand nach 3 Jahren eine Pseudarthrose mit einer Distance von circa 6—7 cm, welche durch Bindegewebsstränge ausgefüllt war. Die Fragmente waren spitz und zum Teil überknorpelt. Am 14. VII. 73 resecirte Nussbaum von beiden zunächst ein kleines Stück und trennte dann mit dem Meissel aus der Corticalis des centralen Endes ein 5 cm langes Knochenstück so ab, dass es noch mit einer Periostbrücke am Knochen hängen blieb. Dies Stück wurde nun in den Defekt hineingedreht, sodass es denselben überbrückte, und wurde am unteren Fragment befestigt. Nach längerer Eiterung wurde ein kleiner Sequester ausgestossen, aber schon Ende August trat Verheilung ein und im Dezember 74 konnte nachträglich volle Consolidation und gute Funktion konstatirt werden.

Genau dieselbe Operation machte Nussbaum später an der Ulna eines 27jährigen Zimmermanns, der nach einer komplicirten Fraktur eine Pseudarthrose behalten hatte. Der Defekt war etwa 4 cm gross. Auch hier wurde eine Knochenspange von oben her abgemeisselt, am Periost belassen und herabgeschlagen. Eine Sequestration oder stärkere Eiterung fand diesmal nicht statt. Consolidation trat sehr bald ein und schon nach einem halben Jahr war Patient arbeitsfähig.

Der Nussbaumschen Methode hat sich auch in jüngster

Zeit Müller-Aachen bedient und einen, wenn auch nicht so eklatanten Erfolg erzielt. Allerdings wird dieser Fall nur sehr kurz erwähnt, über Eiterung oder Ausstossung von Sequestern wird nichts gesagt. Er hat „bei einem sehr hartnäckigen Falle von Pseudarthrose der Tibia erst nach ausgedehnter Resektion der Fibula und Einpflanzung einer Knochenperiostbrücke zwischen die Fragmente äusserst langsame Verheilung eintreten sehen."

Ein vierter derartiger Fall nach Nussbaum wird von Baum berichtet; er operirte eine Tibia-Pseudarthrose. Ueber den Verlauf und den schliesslichen Ausgang der Operation wird nichts berichtet. Ob noch andere Versuche dieser Art gemacht worden sind, konnte nicht ermittelt werden, da keine Veröffentlichung weiter stattfand.

Dem Erfolge nach ist diese Methode sehr gut; Nussbaum erzielte 2 mal eine volle normale Funktion und auch Müller giebt eine Heilung an. Wesentlich unterstützt wird die Heilung in der That durch die guten Ernährungsbedingungen, unter denen das losgelöste Knochenstück steht. In dem Zeitraum, ehe es von der neuen Umgebung, in die es verpflanzt wird, Gefässsprossen erhält, bleibt es durch die Periostbrücke mit dem übrigen lebenden Gewebe in Verbindung, sodass eine Nekrose weniger leicht eintreten kann. Der Vorteil, der dadurch gewonnen wird, ist aber auch zugleich der Nachteil der Methode. Der Operateur muss bei der Entnahme der Knochenspange stets auf die Drehung der Periostbrücke Rücksicht nehmen; wird die Torsion zu stark, so tritt Störung der Cirkulation ein und Nekrose des Lappens. Der Knochen muss daher immer aus nächster Nähe der Fragmentenden genommen werden, also grade da, wo wegen der meist starken Zuspitzung am seltensten welcher entbehrt werden kann. Auch das Periost ist an den Fragmenten meist retrahirt und spärlich und deshalb schlecht zu verwenden. Alle diese Verhältnisse müssen daher schon ausserordentlich günstig liegen, wenn die Nussbaumsche Operation gelingen soll.

Fast dieselben Schwierigkeiten stellen sich der Methode von Rydygier entgegen, welcher keine Knochenstücke, sondern nur Periostlappen bei der Pseudarthrosenoperation transplantirte und mit Drehung ihres Stieles in den Defekt schlug. Er nahm dieselben von beiden Fragmentenden und schlug sie so um, dass ihre Aussenseiten nach innen blickten, vernähte sie und

erzielte damit Consolidation, sodass Patientin nach 2 Monaten auf Krücken gehen konnte. Es ist nun aber von Transplantationen am Schädel her bekannt, dass an ganz freien Periostlappen oft eine Knochenreproduktion ausbleibt; der Erfolg ist also immer höchst unsicher. Ausserdem ist es grade bei Pseudarthrosen schwierig, genügend breite Lappen von Periost zu erhalten, da dasselbe teils weit retrahirt, teils sehr fest adhärent ist und manchmal nur in kleinen Fetzen losgerissen werden kann. Eine direkte Fixation der Fragmente, also grade eines der wichtigsten Erfordernisse bei der Operation wird überhaupt nicht bewerkstelligt.

In dem Bestreben, dem zu transplantirenden Knochen eine möglichst grosse ernährende Brücke und zugleich schützende Decke zu schaffen, hat Müller-Aachen das König'sche Verfahren, Schädeldefekte durch gestielte Haut-Periost-Knochenlappen zu decken, zur Pseudarthrosenheilung herangezogen. Dasselbe besteht darin, den Knochen nach Umschneidung eines Haut-Periostlappens so aus der Continuität herauszumeisseln, dass er zwar leicht beweglich wird, aber mittels des ihn deckenden Haut-Perioststückes an den Weichteilen adhärent bleibt.

Es handelte sich in Müllers Falle um eine Tibia-Pseudarthrose von 2 cm Distance mit bindegewebiger Ausfüllung. Nach Anfrischung der Fragmente wäre eine direkte Adaption nur nach Continuitätsresektion der Fibula möglich gewesen, und Pat. hätte die Folgen einer erheblichen Verkürzung mit in Kauf nehmen müssen. Müller sägte darum die Fibula nur an einer Stelle durch und implantirte deren peripheres Stück 1 cm tief in das centrale Tibia-Fragment, wo es mit Silberdraht befestigt wurde. Der noch bestehende Defekt der Tibia von 1 cm wurde folgendermassen ausgefüllt: „Oberhalb der Pseudarthrose wird ein 2 cm breiter, 5—6 cm langer, 1 cm dicker Haut-Periost-Knochenlappen von der medialen Fläche der Tibia abgemeisselt; der nach unten gelegene, nur aus Haut und Periost bestehende Stiel wird so gedreht, dass die wunde Fläche des Lappens auf die angemeisselten Flächen der beiden Tibia-Fragmente brückenartig transplantirt wird. Allseitige exakte Vernähung mit der vorher entsprechend angefrischten Haut. Der durch Abmeisseln des Lappens gesetzte Knochendefekt wird durch Hautnähte gedeckt.“ „Die Einheilung des Lappens erfolgte ganz nach Wunsch

mit Bildung einer sehr derben, festen Knochenbrücke. In 8 Wochen war vollkommene Consolidation eingetreten." Es bestand infolge der Operation eine geringe Verkürzung, die aber der Einfügung der Fibula in die Tibia zugerechnet werden muss, nicht der Implantation des Lappens. Müller glaubt, dass der Knochenlappen auch ohne Einpflanzung der Fibula allein vollkommen zur Consolidation ausgereicht hätte, „da derselbe in der Folge eine weit dickere Knochenbrücke producirt hat."

Dass dem in der That so ist, beweist der Fall von Wolff, der nach derselben Art verfuhr, ohne die Fibula zu reseciren. Er bildete 2 Haut-Periost-Knochenlappen vom distalen und proximalen Ende der Tibia. „Ein grosses vom oberen Tibia-Fragmente entnommenes, am medialen Hautrand adhärent gebliebenes Knochenstück wurde über die Frakturstelle hinweg zum untern Fragment geschoben und hier befestigt". „Ein ebensolches Knochenstück vom untern Fragment, am lateralen Hautrand adhärent, wurde über die Bruchstelle zum obern Tibia-Fragment geschoben". „Der Erfolg entsprach vollkommen den Erwartungen. Patient geht ohne jede Stütze umher." Ueber die Dauer und die näheren Umstände der Heilung fehlen leider die Angaben.

Die Vortrefflichkeit der Methode lässt keinen Zweifel für weitere Anwendung zu. Das implantirte Stück steht unter den günstigsten Bedingungen; die Ernährung ist eine sehr gute, da ausser dem Periost auch noch eine Hautdecke mit ihm in Zusammenhang steht. Eine Nekrose des Knochens ist hier noch weniger, als bei der Nussbaumschen Methode zu befürchten, zumal auch die Bedeckung der natürlichen am meisten analog ist. Die Technik ist ähnlich der der subkutanen Durchmeisselung und die Schwierigkeiten sind nicht grösser, als die der übrigen Methoden, nur die beschränkte Anwendbarkeit ist ein erheblicher Mangel des Verfahrens. Es kann nur da benutzt werden, wo der Knochen ganz oberflächlich liegt und allein oder fast allein von Haut bedeckt ist. Es wird also auf die Tibia, eventuell Ulna und Clavicula beschränkt bleiben, während die grosse Zahl der Oberarm- und Oberschenkelpseudarthrosen — nach Bruns etwa 56 % — von vorn herein ausgeschlossen sind.

Dieser Methode sehr ähnlich ist ein Verfahren, welches — schon einmal von Hahn angewandt — Herr Prof. v. Bramann

mit einer wichtigen Modifikation einschlug. Es handelte sich um eine Unterschenkelpseudarthrose bei einem Mädchen von 10 Jahren, deren rechte Tibia-Diaphyse infolge einer Osteomyelitis total nekrotisch geworden war. Prof. v. Bramann legte mittels eines zungenförmigen Hautschnittes das Fibula-Köpfchen bloss und durchschnitt die Fibula nach oberhalb der Epiphysenlinie. Nun wurde das Periost und die Muskulatur derselben, sowie des Tibia-Restes zurückpräparirt, der Nervus peroneus isolirt und eine bis ins Mark reichende Rinne in den oberen Tibia-Stumpf gemeisselt. In diese kam das Collum fibulae zu liegen; die Fixation geschah durch 3 davorgelegte Silbersuturen. Die Muskulatur wurde wieder an Ort und Stelle durch Catgut-Nähte befestigt und die Wunde geschlossen. Es folgte langsame Consolidation.

Gewiss sind die eben besprochenen Methoden, abgesehen von der von Rydygier, ausgezeichnet und wohl imstande, in einzelnen Fällen gute Resultate zu erzielen, einer ganz allgemeinen Anwendung sind sie jedoch nicht fähig. Es ist schon oben darauf hingewiesen, dass ihre Anwendung von mancherlei Bedingungen, genügender Dicke der Fragmente, Vorhandensein des Periostes, nicht zu grosser Distance u. s. w. abhängig ist. Es bleiben aber immer noch viele Pseudarthrosen übrig, bei denen solche günstigen Verhältnisse für die Operation nicht vorhanden sind, wo also die Fragmente sehr spitz sind, oder weit von einander abstehen, oder nur sehr wenig Periost besitzen. Für alle diese Fälle eignet sich vorzüglich die Transplantation eines freien vollkommen gelösten Knochens, eine Methode, die wegen ihrer unbeschränkten Ausführbarkeit allgemeine Anwendung verdiente und nicht nur als Aushülfe, wenn andere im Stiche lassen, dienen sollte. Dass solche Implantationen auch wirklich erfolgreich sein konnten, bewies die oft gemachte Erfahrung, dass kleine oder grössere Meisselsequester, wie sie z. B. bei Osteotomien absplitterten, reaktionslos und dauernd einheilten. Auch die Consolidation nach Splitterfrakturen, wobei oft grössere Partieen gänzlich isolirt waren, spricht dafür; besonders aus der Kriegschirurgie werden zahlreiche Beispiele bekannt. Schliesslich wurde auch von Jakimowitsch-Bergmann auf experimentellem Wege das Einheilen vollständig isolirter Knochenstücke erwiesen.

Zunächst wurde die Implantation von einem Individuum aufs andere versucht. Amputationen und Osteotomieen boten bequeme Gelegenheit, frischen Knochen zu erlangen.

Mac Ewen benutzte Stücken, die bei einer Osteotomie verfügbar wurden, zur Heilung einer Humerus-Pseudarthrose von 11 cm. Distance bei einem Kinde. Die $^1/_2$ cm dicken abgemeisselten Splitter, welche zum Teil noch Periost und Mark trugen, wurden in einen zwischen der Muskulatur künstlich hergestellten Sulcus implantirt, worauf die kleineren einheilten, die grösseren ausgestossen wurden. Dieselbe Operation wurde $2^1/_2$ Monat später mit Stücken aus der Tibia eines zweiten Kindes wiederholt und hatte denselben Erfolg. Es entstand dadurch ein Zwischenstück zwischen den beiden Epiphysen, welches die Diaphyse ersetzte, aber noch isolirt war, sodass der Oberarm 3 getrennte Knochenpartieen aufwies. Dieselben wurden nun wie bei der Resektion angefrischt und mit einander vernäht. Nachdem noch nach $1^1/_2$ Monaten die Dieffenbachsche Elfenbeinnagelung angewandt war, erreichte Mac Ewen eine vollkommene Consolidation des Armes mit einer genügenden Festigkeit.

Es lässt sich wohl kaum annehmen, dass alle die einzelnen Stückchen derart eingewachsen sind, dass sie weiter lebten, ein eigenes Wachstum bewahrten und allein die neue Diaphyse gebildet haben, denn aus den Versuchen von Middeldorpf, Ollier, Wolff und andern ergiebt sich, dass Knochen ohne Periost auf Weichteile transplantirt regelmässig, mit Periost und Mark transplantirt in vielen Fällen fettig degeneriren und resorbirt werden. Wohl aber können wir uns vorstellen, dass einzelne Stücken, deren Periost erhalten blieb, weitergelebt und auch neuen Knochen producirt haben. Andere Stücken haben nur als Fremdkörper gewirkt und auf das erhaltene Periost, welches ja z. B. regelmässig bei Osteomyelitis eine lebhafte Produktionskraft zeigt, einen Anreiz zur Neubildung von Knochen abgegeben. Mit diesem neugebildeten sind dann die implantirten Stücke verwachsen zu einer neuen Diaphyse. Ein grosser Anteil an dem Erfolge fällt wohl sicher dem erhaltenen Periost zu.

Aehnliche Vorgänge, wie in diesem Falle mögen wohl auch bei den folgenden Operationen gespielt haben, bei denen kleine periostlose Splitter Verwendung fanden.

Bei einem Kinde von $1^3/_4$ Jahren, das in Volkmanns Be-

handlung kam, war wegen einer dislocirt geheilten Fraktur des Femur zuerst die Osteoklase, gemacht worden. Als danach Pseudarthrosenbildung eintrat, versuchte v. Volkmann durch keilförmige Resektion eine Consolidation herbeizuführen. Da auch dies misslang, legte er einen durch Sequestrotomie gewonnenen Knochensplitter in die Markhöhle der nur bleistiftstarken Fragmentenden und erzielte unter Extension nach $5^1/_2$ Monaten erhebliche Kallusbildung und Consolidation.

Aehnlich wie von Volkmann operirte Ollier. Ein Kind hatte im 4. Lebensjahre nach einer Osteomyelitis eine totale Nekrose der rechten Ulna bekommen. Sieben Jahre später fand Ollier statt der Ulna einen derben fibrösen Strang. Der ganze Vorderarm war um 6 cm verkürzt. Am 2. VII. 81 wurden mehrere kleine Knochensplitter implantirt, die von einer Tibia-Osteotomie stammten und allesamt an einem Periostreifen adhärirten. Am 30. VII. 81 war die Heilung vollendet, die Fragmente schienen vereinigt und eine derbe Brücke vorhanden zu sein. Eine zweite Operation wurde nun verweigert, und nach 5 Monaten war alles resorbirt.

Auch Poncet's Transplantation misslang. Es handelte sich um eine etwa 25 cm lange Pseudarthrose der Tibia. Das Periost war in der Länge von 15—16 cm erhalten. Poncet legte zunächst 7—8 mm lange Knochenstücken eines asphyktischen Neugeborenen ein; als danach keine Consolidation erfolgte, implantirte er einen Ziegenknochen und erzielte damit volle Festigkeit.

Ein zweiter Fall betraf einen 19jährigen Mann, der infolge einer komplicirten Fraktur der Tibia eine Pseudarthrose von 35—40 mm behalten hatte; die Fibula war consolidirt. Am 19. I. 87 implantirte er die erste Phalanx der grossen Zehe eines eben Amputirten. Am untern Fragment trat auch knöcherne Vereinigung ein, am obern schien sie auszubleiben. Poncet führte daher nach 62 Tagen noch die Resektion der Fibula aus und schob die Knochen zusammen. Es erwies sich bei der Operation, dass der implantirte Knochen unten knöchern eingeheilt und oben eine reichliche Gefässentwickelung vorhanden war. Es scheint daher, dass in dem letzten Falle die Resektion verfrüht war, und dass bei längerem Zuwarten noch ein Erfolg eingetreten wäre.

Reverdin hat dagegen einen, wenn auch nicht vollkommenen Erfolg zu verzeichnen. Er bekam ein 8jähriges Kind mit einer Pseudarthrose der Tibia in Behandlung. Es war bereits narbige Schrumpfung eingetreten, und die Fibula dadurch nach oben luxirt. Die Verkürzung des Schenkels betrug 5 cm und die Distance der Fragmente 1,5 cm. Am 29. V. 82 pflanzte er 13 kleine Knochensplitter ohne Periost ein, die aus einer Osteotomie gewonnen waren und vernähte über ihnen das Periost, welches noch vorhanden war. Es trat I. intentio ein und am 14. VI. 82 fühlte Reverdin einen soliden Strang, der bereits ziemliche Festigkeit hatte. Eine zweite Operation zur endgültigen Vereinigung wurde verweigert, jedoch schien die Consolidation zu folgen.

Wir kommen nun zur Autoplastik, d. h. der Transplantation von Knochen desselben Individuums. Um gleich die Ergebnisse des Tierversuches vorweg zu nehmen, so finden wir grade bei dieser Methode die besten Erfolge verzeichnet. Teils wurden eben resecirte Stücken umgekehrt oder auch ohne Aenderung reimplantirt, teils wurden Stücken aus entfernten Stellen entnommen, aber fast stets wurde bei gehöriger Fixation und Schonung knöcherne Einheilung beobachtet. Die meisten Experimentatoren kommen auch zu dem Schluss, dass die Ueberpflanzung von Knochen desselben Tieres die meiste Aussicht auf Erfolg habe.

Versuche mit der Autoplastik am Menschen sind jedoch, soweit Berichte darüber existiren, noch sehr spärlich gemacht worden. Unsern Fall eingerechnet, ist sie nur 5 mal ausgeführt. Es ist dies um so verwunderlicher, als auch die guten Erfolge der Autoplastik am Schädel auf die Anwendung bei Pseudarthrose hinweisen mussten.*) Zum Teil mag wohl viele die Scheu abgehalten haben, an gesunden Knochen grössere operative Eingriffe zu wagen, um Material zu gewinnen, zum Teil war man, wie schon erwähnt, in Verlegenheit, wo man am besten Stücke entnehmen konnte.

Ollier, welcher zuerst für das Verfahren eingetreten war,

*) Cfr. von Bramann, Naturforscherversammlung 1891, Seydel (Centralblatt für Chirurgie 1889 Nr. 12) und Schede (Münch. med. Wochenschrift Nr. 43 pag. 747).

hat auch die Mittel und Wege genauer präcisirt, durch die man geeignetes Material erlangen konnte. Er riet, Stücken von der vorderen Kante oder Fläche der Tibia zu nehmen. Man könnte, ohne zu schaden, Stücken von 50—144 mm Länge ausmeisseln; die Masse der Tibia verträgt solche Verluste sehr gut. Eventuell kann man auch leicht Teile aus der dorsalen Seite der Ulna und des Radius nehmen. Es sollen junge Individuen sein, bei denen das Knochenwachstum noch nicht abgeschlossen wäre. Poncet riet, nur kleine Stücken zu verwenden von höchstens 8—10 mm Länge und 3—4 mm Dicke. Besonders von Stellen, wo die Ossifikation sehr lebhaft sei, also dicht an der Epiphyse.

Es scheint jedoch, dass es nicht so sehr auf die Wahl des Ortes ankommt, als vielmehr auf gründliche Asepsis und genaue Adaption.

Ollier war der erste, der am Menschen selbst die Probe machte. Der Fall war folgender: Nach einer Osteomyelitis der Tibia war ein Zwischenraum von etwa 16 cm geblieben, in dem nur spärliche Ossifikationen aufgetreten waren. Um diese zu fördern, waren vorher schon subkutane Stichelungen, jedoch ohne Erfolg, voraufgegangen. Am 21. VII. 89 unternahm Ollier die Implantation eines 14 cm langen Knochenstücks incl. Periost aus der gesunden Tibia desselben Patienten. Am 16. VIII. war die Tibia auf der linken Seite verheilt und schien etwas verdickt zu sein. Danach trat aber eine geringe Phlegmone ein mit vermehrter Eiterung, und der Knochen wurde nach derselben unter der Haut sichtbar. Nach partieller Resektion schien der Erfolg gesichert, aber am 8. XI., also nach $3^1/_2$ Monat, musste alles wieder entfernt werden. Das Stück war an verschiedenen Stellen arrodirt. Das Periost war indessen angewachsen und zurückgeblieben. Von ihm ging auch eine lebhafte Regeneration aus und am 21. XI. war das Bein viel fester.

Dieser höchst unvollkommene Erfolg konnte natürlich nicht dazu beitragen, das Ansehen des Verfahrens zu erhöhen. Unglücklicherweise fielen noch 2 weitere gleichartige Versuche auch nicht zur vollen Befriedigung aus.

Schede war der erste nach Ollier, der auch die freie Implantation anwandte. Nach einer komplicirten Fraktur des Radius war bei einem Manne eine Pseudarthrose zurückgeblieben. Die Fragmente wurden angefrischt und von der Ulna desselben

Armes ein Stück resecirt, das dem Defekt entsprach. Dieses wurde implantirt, Auf der einen Seite heilte es in der That auch ein und es kam dort zur festen knöchernen Vereinigung, aber auf der anderen Seite blieb die Verknöcherung aus. Nach Implantation eines dekalcinirten Knochens in diesen gebliebenen Defekt trat nach 4 Wochen Festigkeit ein.

Der dritte Fall wird von Kümmel berichtet. Kümmel hatte einen Defekt von 4 cm Länge zu decken, der nach einer schweren Fraktur im vorderen Drittel des Radius — es folgte eine Phlegmone — entstanden war. Er resercirte aus der benachbarten Ulna ein entsprechendes Stück, an dem Periost und Knochenmark haftete, und implantirte dies. Den neuentstandenen Defekt der Ulna, der bis ins Mark ging, verschloss er durch dekalcinirten Ochsenknochen. Während der letztere schliesslich fest einheilte, war der Teil der Ulna „nach einer Reihe von Wochen" vollständig verschwunden und, wie Kümmel meint, resorbirt.

Der eigentümliche Misserfolg der Autoplastik gegenüber der viel unsichereren anderen Methode erscheint jedoch in anderm Lichte, wenn man die nachfolgenden Worte Kümmels betrachtet: „Den Knochendefekt habe ich dann 2 mal durch Einkeilen eines dekalcinirten Knochens mit festem Kern zu ersetzen gesucht, jedoch trat keine Heilung ein, zweifellos wohl deshalb, weil die Operation zu früh ausgeführt wurde, ehe die Wunde rein und granulirend war." Nun, dieselben Verhältnisse werden dann wohl auch die Resorption des Ulna-Stückes bewirkt haben.

Wenn die Sekretion, die ein Zeichen der Empfindlichkeit und Reizbarkeit derWunde ist, noch abundant ist, und wenn die nekrotischen Partieen der Weichteile oder Knochen noch nicht vollkommen ausgestossen sind, dann ist eine Einheilung der implantirten Stücke, die nur nach einer schleunigen primären Verklebung stattfinden kann, natürlich ausgeschlossen. Dieser Versuch Kümmels kann daher für eine Beurteilung der Methode nicht, wenigstens nicht im ungünstigen Sinne, in Betracht kommen. Uebrigens scheint nach dem Bericht die Implantation doch einen Erfolg gehabt zu haben, denn Kümmel sagt weiter: „Beim zweiten Versuch entfernte ich das grösste, den Halt bildende Knochenstück, während einige kleinere als Befestigungskeile eingefügte Knochenscheiben fest eingeheilt sind."

Diesen 3 unbefriedigenden Operationen schliesst sich aber als vierte eine vollkommen gelungene Implantation wiederum aus der Klinik des Herrn Prof. v. Bramann an. Bei einem Officier bestand 6 Monate nach einer Schussverletzung eine ausgedehnte Pseudarthrose des Radius. Die beiden Fragmente waren ad axin et ad latus dislocirt, sehr leicht gegen einander beweglich, und ihre Enden etwa Federkiel dick. Das obere Fragment besass 2 Finger breit über der Pseudarthrose eine abnorm starke 4 cm lange Verdickung, die fast das ganze Spatium interosseum ausfüllte. Um eine Resektion zu vermeiden, — es entstand dann vielleicht wiederum eine Pseudarthrose! — wurde von der Knochenverdickung ein 4 cm langes, $2^1/_2$ cm breites und ebenso dickes Stück mit dem Meissel abgetrennt. Dieses sollte im Zusammenhang mit Periost und Weichteilen in den Defekt geschlagen werden und gewissermassen eine Schiene für die beiden Fragmentspitzen bilden. Bei der Durchbohrung und Befestigung wurde es jedoch vollkommen isolirt, aber durch Silberdraht an beiden Fragmenten fixirt. Die Einheilung erfolgte reaktionslos, und es wurde ein reichlicher Kallus entwickelt. Bereits nach 4 Wochen war eine vermehrte Consolidation zu konstatiren, die bald vollendet war.

Als fünfter gehört hier noch unser ausführlich beschriebener Fall her.

Das glückliche Gelingen dieser letzten beiden Operationen muss entschieden die Vermutung nahe legen, dass an dem Misslingen der drei ersten weniger die Methode, als vielleicht die Ausführung oder die Wahl des Zeitpunktes für dieselbe, oder die dieselbe komplicirenden und hindernden Umstände schuld sind. Darauf ist besonders streng zu achten, dass zur Zeit der Operation keine Entzündung mehr besteht, dass die Stelle der Implantation keinerlei nekrotische Partieen mehr zeigt, und dass keine abundante Eiterung in der Nähe besteht. Selbstverständlich gehört eine exakte Adaption der Knochen und genaue Fixation aneinander, sowie aseptische Operation zu den Grundbedingungen. Alles dies ist in unserm Falle genau beachtet, und dieser Genauigkeit ist auch der Erfolg zu gute zu rechnen.

Wenn wir nunmehr im Hinblick auf den eklatanten Erfolg unseres Hauptfalles und des vierten ebenfalls von Herrn Prof. v. Bramann operirten Falles ein Urteil über die Methode der

freien Implantation fällen, so müssen wir anerkennen, dass sehr befriedigende, ja vollendete Resultate mit derselben zu erreichen sind. Die Methode steht, auf ihre Erfolge hin geprüft, keiner einzigen nach, auf ihre Brauchbarkeit geprüft, übertrifft sie sämtliche, eben vermöge ihrer allseitigen leichten Verwendbarkeit für jegliche Art von Pseudarthrosen. Die mitgeteilten beiden Fälle haben dies bewiesen. Ich stehe daher nicht an, für diese beiden Operationen eine hohe Bedeutung für die Pseudarthrosentherapie in Anspruch zu nehmen.

Um eine schnelle Uebersicht über die Ergebnisse der Implantation überhaupt und der einzelnen Methoden zu ermöglichen, soll hier nochmals eine kurze Zusammenstellung folgen:

	Anzahl	Erfolg	Misserfolg	Unbestimmt
Implantationen von dekalcinirt. Knochen	1	—	1	—
Heteroplasie	9	4	4	1
Homoplasie:				
Nussbaum	4	3	—	1
Rydygier	1	1	—	—
König	3	3	—	—
Freie Implantation	6	3	2	1
Autoplastik	5	2	3	—
Summa	29	16	10	3

Von diesen 29 sind die beiden Autoplastik-Fälle von Ollier und Kümmel für die Statistik nicht verwertbar, da ihr Misslingen nicht der Methode zugeschrieben werden kann, es bleiben also 27 Fälle mit 16 Erfolgen, 8 Misserfolgen und 3 dubiösen Ausgängen. Procentarisch bedeutet das: Heilung erfolgte in 59 %, Misserfolg in 30 %.

Vergleicht man damit die Ergebnisse der Resektion mit 56 % Heilungen, so wird auch diese übertroffen.

Die durchschnittliche Heildauer der oben zusammengestellten Fälle, soweit sie angegeben war, beträgt 3 Monate mit einem Maximum von 5 Monaten und einem Minimum von 1 Monat. Auch hierin hat die Implantation keine schlechtern Erfolge als die Resektion aufzuweisen.

Zum Schluss der Abhandlung wollen wir noch kurz die histologischen Vorgänge, die bei der Einheilung der Implantation statthaben, betrachten. Dieselben sind schon sehr früh

Gegenstand der Erörterung gewesen. Die verschiedenen Untersucher sind dabei zum Teil zu recht abweichenden Urteilen gelangt. Anfangs herrschte die Ansicht, dass der eingepflanzte Knochen wie ein Fremdkörper entweder unverändert eingekapselt würde, oder ganz allmählich resorbirt und durch Knochenneubildung aus der Nachbarschaft ersetzt würde.

Erst Ollier, von dem die frühsten genaueren Untersuchungen stammen, kam zu der Ansicht, dass der Knochen auch wirklich weiter lebe. Er schloss dies aus dem Eindringen einer anders gefärbten Injektionsmasse in das eingeheilte Stück. Nach ihm war es „eigentlich das die Auflagerungen auf den implantirten Knochen erzeugende Periost, welches weiter lebe, und den Knochen vor dem Untergange schütze." Die näheren histologischen Vorgänge selbst liess er unberücksichtigt.

Wolff glaubte in der gleichmässigen Rotfärbung von normalem und implantirtem Knochen bei Krappfütterung einen sichern Beweis für das Fortleben und Funktioniren des letzteren gefunden zu haben, indem er voraussetzte, dass der Farbstoff nur in lebendem Gewebe deponirt werden könnte. Der Wert dieses Versuches wird jedoch von neueren Autoren entschieden bestritten. Andere Autoren haben wiederum das eingepflanzte Stück gewissermassen als eine bequeme Leitungsbahn für die neu wachsende Knochenmasse angesehen. Von den neueren Autoren haben sich hauptsächlich Schmitt-Berlin, Jakimowitsch, Adamkiewicz und Barth über die Histologie verbreitet. Die beiden ersteren stimmen in ihren Beobachtungen fast ganz überein. Jakimowitsch fand „das ganze replantirte Knochenstück von Gefässen durchzogen, die blaue Injektionsmasse enthielten; die Haversischen Kanäle erschienen in der Nähe der Trennungsschicht sowohl im angrenzenden Knochen, als im replantirten Stück verbreitert und schlossen offenbar auch breitere Gefässe ein." Er entnahm daraus und aus ähnlichen Befunden, „dass das replantirte Stück Gefässe empfing und durch sich zwischen lagernden Kallus in knöcherne Verbindung mit dem übrigen Knochen trat." Auch ihm bewies „die Thatsache, dass die Gefässe des eingepflanzten Knochenfragmentes sich mit blauer Injektionsmasse füllten, ihre Thätigkeit während des Lebens." In einzelnen Fällen beobachteten beide Autoren, dass zunächst zwischen den Fragmenten eine Schicht von festem Bindegewebe auftrat, in

welche sich Knorpelreihen genau so wie an der Epiphysenlinie teils vom Knochen her, teils von frei im Bindegewebe entstehenden Knorpelinseln her vorschoben und die Verknöcherung einleiteten. Dem Periost weisen diese Autoren bei der eigentlichen Vereinigung des vorhandenen und eingepflanzten Knochens keine wesentliche Rolle zu. Dasselbe vereinigt sich sehr schnell mit dem vorhandenen, sodass ein kontinuirlicher Periostüberzug der Operationsstelle entsteht und beteiligt sich dann lebhaft am Dicken- und Breitenwachstum, indem es sich oft ganz erheblich verdickt und mittels einer Osteoblastenschicht neue Knochenlamellen den alten apponirt.

Adamkiewicz kommt auf Grund zahlreicher Tierversuche zu ähnlichen Ergebnissen, nur behauptet er, dass stets zunächst eine bindegewebige Vereinigung von Knochen und Ersatzstück stattfindet, welche erst allmählich in Knochengewebe übergeführt wird. Auch er lässt die Ossifikation sowohl vom Muttergewebe, als auch von multipel im Bindegewebe entstehenden Inseln ausgehen. Das Periost hat nach ihm gar keinen Einfluss auf die Verwachsung, da er selbst periostlose Stücken einwachsen und neues Periost vom Rande her darüber hinwegwachsen sah.

Während sämtliche bisher genannte Experimentatoren der Ansicht sind, dass der eingewachsene Knochen lebe und weiter wachse, stellt dagegen Barth den Vorgang der Verwachsung ganz anders dar. Nach ihm ist das implantirte Stück in jedem Falle nekrotisch, selbst wenn es knöchern mit dem Pflanzboden vereinigt ist. Diese Einheilung soll nach einem sehr merkwürdigen Typus verlaufen. Barth fand an seinen Präparaten, „dass die Kerne in den Knochenkörperchen des implantirten Stückes entweder in deutlichem Zerfall begriffen waren oder vollständig fehlten, sodass die Knochenkörperchen als leere tote Lücken erschienen.“ Diese Hohlräume bildeten nun ähnlich wie die eines porösen Fremdkörpers die Bahnen, auf denen neues Granulationsgewebe vom Periost her eindrang und das ganze Gebiet neu vaskularisirte. Nach einigen Tagen, manchmal gleichzeitig begann auch die Apposition von neuem Knochen an den nekrotischen nicht nur vom Periost her, sondern ebenso ausgiebig von den Markräumen und von den Haversischen Kanälen aus, sodass der nekrotische Knochen von dem neuen gewissermassen substituirt wurde. Der ganze Vorgang verlief nämlich ohne jedes Zeichen

der bekannten lakunären oder sonstigen anatomisch erkennbaren Resorption, da die Osteoblasten „direkt in den alten Knochen eindringen und neue Lamellen anlegen, ohne dass eine Lakunenbildung voraufgegangen wäre.“ „Es erinnert dieser Hergang durchaus an die endochondrale Knochenbildung der fötalen Röhrenknochen, wo ja auch die Knochenlamellen direkt an die verkalkte Knorpelgrundsubstanz angelegt werden.“ Vermutlich benutzt der neugebildete Knochen die Bestandteile des nekrotischen direkt zu seinem Aufbau, und Barth nennt diesen Vorgang „eine Art Metaplasie, eine Substitution des toten durch lebenden Knochen.“ Dass das Periost einen grösseren Wert für die Entwickelung des neuen Gewebes habe, als das Gewebe der Markräume resp. der Haversischen Kanäle, glaubt Barth nicht. Die Rotfärbung nach Krappfütterung erklärt sich nach dem Vorstehenden daraus, dass das neugebildete substituirende Gewebe und nicht die nekrotische Grundmasse der Träger der Farbe ist. Die Krappfütterung beweist daher nicht das Fortleben der Implantation, sondern grade die Substitution durch anderes lebendes Gewebe.

In unserm oben beschriebenen Falle enthob uns die vollkommene Einheilung der Möglichkeit, mikroskopische Präparate anzufertigen; wir vermögen daher ein entscheidendes Urteil über die histologischen Vorgänge bei der Einheilung nicht abzugeben.

Zum Schlusse sei es mir noch gestattet, Herrn Prof. *Dr. von Bramann* für die Anregung zu dieser Arbeit und die liebenswürdige Unterstützung bei derselben meinen verbindlichsten Dank auszusprechen.

Litteratur.

Adamkiewicz, Anzeigen der kaiserl. Akademie der Wissenschaften, Wien 1889, Bd. 26.

Bruns, Deutsche Chirurgie, 1886, Bd. 27.

v. Bramann, Naturforscherversammlung zu Halle 1891.

Baum, X. Congress der deutschen Gesellschaft für Chirurgie 1881.

Buscarlet, La greffe osseuse chez l'homme et l'implantation d'os décalcifiés Paris 1891.

Barth-Marburg, Chirurgencongress 1893.

Gluck, Berliner klin. Wochenschrift 1890, Nr. 19 und 20.

„ Langenbecks Archiv 1891 Bd. 41.

Jakimowitsch, Deutsche Zeitschrift für Chirurgie 1881, Bd. 15.

Kümmel, Deutsche Med. Wochenschrift 1891, Nr. 11.

Müller, Centralblatt für Chirurgie 1890, Nr. 4.

v. Nussbaum, Aerztliches Intelligenzblatt 1875.

Ollier, De la greffe osseuse chez l'homme. Archives de physiologie 1889.

Schmitt, Archiv für klin. Chirurgie 1893.

Rydygier, Deutsche Medic. Wochenschrift 1878, Nr. 27 und 28.

v. Volkmann, Centralblatt für Chirurgie 1884.

Wolff, Langenbecks Archiv, Bd. 4.

Lebenslauf.

Am 21. Mai 1868 wurde ich, *Robert Otto Schröck*, evangelischer Confession, als Sohn des Lehrers an der I. Bürgerschule *Julius Robert Schröck* zu Eisleben geboren. Meinen ersten Unterricht erhielt ich auf der I. Bürgerschule meiner Vaterstadt und bezog dann das dortige Gymnasium, welches ich 1888 mit dem Zeugnis der Reife verliess. Von Michaelis 1888 bis ebendahin 1890 studirte ich in Halle Medicin und bestand daselbst im Juli das Tentamen physicum. Während der nächsten 3 Semester setzte ich mein Studium in Berlin fort und kehrte Ostern 1892 nach Halle zurück. Dort war ich im Sommer 1892 an der Königlichen Chirurgischen Universitäts-Klinik als Volontär thätig, für welche Stellung ich dem Direktor derselben, Herrn Prof. *Dr. von Bramann*, zu grossem Danke verpflichtet bin. Im Sommersemester 1893 begann ich mein Staatsexamen. Ende Dezember bestand ich das Examen rigorosum und beendete zugleich das Staatsexamen cum laude.

Während meiner Studienzeit besuchte ich die Vorlesungen, Kliniken und Kurse folgender Herren Professoren und Docenten, denen ich an dieser Stelle meinen aufrichtigsten Dank ausspreche:

in Halle: *Ackermann, v. Bramann, Bernstein, Bunge, Eberth, Grenacher, Harnack, Hessler, v. Hippel, Kaltenbach, Pott, Volhard, Weber, Welcker*;

in Berlin: *Behrend, Brieger, Fasbender, Fräntzel, Gehrhardt, Jolly, Lassar, Litten, Mendel, Olshausen, Pfeiffer, Preyer, Rosenheim, Sonnenburg, Siemerling, Winter.*

Thesen.

I.

Bei operativer Behandlung der Pseudarthrosen ist die Knochenimplantation nicht nur bei parallelknochigen, sondern auch bei einknochigen Gliedern der Resektion vorzuziehen.

II.

Nicht inficirte Wunden mit glatten Rändern bedürfen keiner Drainage.

III.

Bei Diphtheritis sind Aetzungen und starke Reizungen der entzündeten Schleimhäute zu vermeiden.